



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

## (12) Offenlegungsschrift

(10) DE 40 40 258 A1

(51) Int. Cl. 5:

H 05 B 3/02

H 05 B 1/02

H 05 B 3/10

// H05B 3/14

DE 40 40 258 A1

(21) Aktenzeichen: P 40 40 258.4  
 (22) Anmeldetag: 17. 12. 90  
 (43) Offenlegungstag: 2. 7. 92

(71) Anmelder:

Braun AG, 6000 Frankfurt, DE

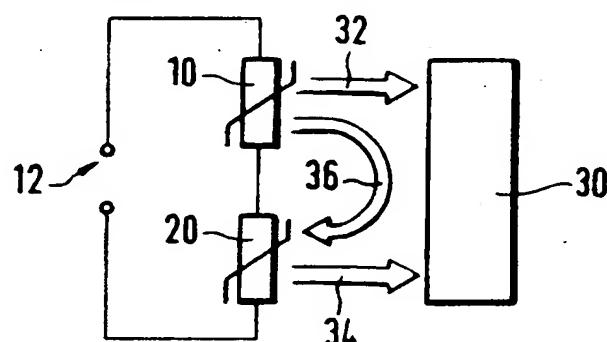
(72) Erfinder:

Helbig, Günter, 6082 Mörfelden-Walldorf, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

## (54) Elektrische Heizeinheit mit PTC-Heizkörpern, insbesondere für Haarpflegegeräte

(5) Es wird eine elektrische Heizeinheit zur Erwärmung eines Gegenstandes 30 beschrieben, die aus einem ersten und einem zweiten PTC-Heizkörper 10, 20 aufgebaut ist. Die in Serie geschalteten PTC-Heizkörper 10, 20 sind über Kontaktmittel mit einer Spannungsversorgung verbindbar und weisen unterschiedliche Schalttemperaturen auf. Der erste PTC-Heizkörper 10 mit einer höheren Schalttemperatur hat einen minimalen Widerstand, der ein Mehrfaches des minimalen Widerstandes des zweiten PTC-Heizkörpers 20 mit der niedrigeren Schalttemperatur beträgt. Die Heizeinheit findet insbesondere Anwendung bei elektrisch betriebenen Haarpflegegeräten, insbesondere Lockenstäben und trägt zu einer Verkürzung der Aufheizzeit des zu beheizenden Gegenstandes 30 bei.



DE 40 40 258 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft das allgemeine Gebiet der PTC-Heizkörper. Darunter wird im üblichen Sprachgebrauch ein Element verstanden, dessen elektrischer Widerstand mit zunehmender Temperatur bei Überschreiten einer Schalttemperatur (TS) seinen Widerstand sprungartig in Richtung hoher Werte ändert. Bekannte PTC-Materialien umfassen beispielsweise polykristallines Bariumtitanat, eventuell mit Beimengungen von Strontium- oder Bleititanat sowie vernetzte thermoplastische, kristalline Polymere, denen ein elektrisch leitender Füllstoff, zum Beispiel Ruß beigemengt ist. Je nach Art und Menge der Beimengungen kann die Schalttemperatur des PTC-Heizkörpers verändert werden. Technisch stehen heute PTC-Heizkörper zum Beispiel mit Schalttemperaturen von unter 0°C bis fast 400°C (Hersteller Murata Mfg. Co., Ltd., JP, Siemens AG) zur Verfügung. Die typische Widerstands/Temperatur-Kennlinie von PTC-Heizkörpern wird üblicherweise durch den Widerstand bei 25°C (Kaltwiderstand), durch den niedrigsten Widerstand (RMIN) und die Schalttemperatur (TS) charakterisiert, wobei der PTC-Heizkörper bei der Schalttemperatur einen Widerstand aufweist, der dem zweifachen minimalen Widerstand (RMIN) entspricht. Der minimale Widerstand (RMIN) und der Kaltwiderstand können für die folgenden Betrachtungen bezüglich der angegebenen Werte praktisch gleichgesetzt werden. Sie unterscheiden sich in der Regel nicht mehr als von einem Faktor 2 bis 3, was gegenüber dem drastischen Widerstandsanstieg um mehrere Zehnerpotenzen im Bereich der Schalttemperatur (TS) vorliegend praktisch zu vernachlässigen ist.

PTC-Heizkörper sind für die verschiedensten Einsatzwecke, unter anderem auch bei Haarpflegegeräten, insbesondere Lockenstäben und Haartrocknern aus dem Stand der Technik hinlänglich bekannt. Insbesondere wurde bereits vorgeschlagen, mehrere dieser PTC-Heizkörper in einer Heizeinheit zu verwenden.

Die Erfindung geht aus von einer elektrischen Heizeinheit zur Erwärmung eines Gegenstandes, bestehend aus einem ersten und einem zweiten PTC-Heizkörper, die über Kontaktmittel mit einer Spannungsversorgung verbindbar und in Serie geschaltet sind, wobei die PTC-Heizkörper unterschiedliche Schalttemperaturen aufweisen.

Eine derartige Heizeinheit ist bereits in der US 48 41 127 A für den Einsatz bei elektrisch beheizten Lockenstäben beschrieben. Zwei in Serie geschaltete PTC-Heizkörper mit unterschiedlichen Schalttemperaturen werden bei dieser bekannten Anordnung auf zwei verschiedene Arten mit der Versorgungsspannung, in der Regel der Netzspannung zwischen 100 und 240 V beaufschlagt. Zur Einstellung einer hohen Temperatur des Lockenstabes wird dabei lediglich der PTC-Heizkörper mit der höheren Schalttemperatur mit der Versorgungsspannung verbunden, während für eine niedrige Temperaturstufe beide, in Serie geschaltete PTC-Heizkörper mit der Versorgungsspannung beaufschlagt werden. In der hohen Temperaturstufe wird somit in herkömmlicher Weise ein einziger PTC-Heizkörper zur Erwärmung des jeweiligen Gegenstandes, hier des Lockenstabes eingesetzt. In der niedrigeren Temperaturstufe begrenzt der PTC-Heizkörper mit der niedrigeren Schalttemperatur den durch beide PTC-Heizkörper fließenden Strom und gewährleistet somit, daß der PTC-Heizkörper mit der höheren Schalttemperatur maximal das Temperaturniveau des PTC-Heizkörpers mit der nied-

ren Schalttemperatur erreicht. Aus dem Verlauf der Temperatur-Zeitdiagramme, die während der Aufheizzeit im wesentlichen durch eine e-Funktion mit einer einzigen Zeitkonstanten beschrieben werden können, ist ersichtlich, daß in jeder Temperaturstufe praktisch immer nur ein PTC-Heizkörper die gesamte Heizleistung zur Verfügung steht. Die Zeittdauer zum Einstellen des jeweils gewünschten Temperaturwertes liegt bei den PTC-Heizkörpern der US-48 41 127 A im Bereich zwischen 3 und 7 min. Diese relativ lange Aufheizzeitdauer bzw. Einschwingzeit erklärt sich dadurch, daß der PTC-Heizkörper nach dem Einschalten bereits in wenigen Sekunden seine Endtemperatur erreicht. Danach findet nur noch ein Temperaturausgleich zwischen dem PTC-Heizkörper und dem aufzuheizenden Gegenstand statt. Die Zeittdauer für diesen Temperaturausgleich ist abhängig vom Wärmewiderstand und der Wärmekapazität, wobei der Wärmewiderstand hauptsächlich durch die Keramik des PTC-Heizkörpers und die beispielsweise in einem Lockenstab vorgesehenen elektrischen Isolationsschichten gebildet wird. Zwar kann der Wärmewiderstand der PTC-Heizkörper durch Variationen der Dicke und der Fläche des Heizkörpers verändert werden; allerdings ist die Dickenvariation durch die Spannungsfestigkeit und Approbationsanforderungen eingeschränkt. Die Fläche ist durch die Baugröße des Heizkörpers und die Kosten limitiert. Auch kann die Wärmekapazität des zu erwärmenden Gegenstandes nur in gewissen Grenzen reduziert werden, ohne die Funktion und Sicherheit der Anordnung zu beeinträchtigen. Aus diesen Gründen ist es praktisch nicht möglich, mit nur einem einzigen PTC-Heizkörper für Lockenstäbe eine wesentlich kürzere Aufheizzeit als die im Stand der Technik angegebene zu erreichen.

Weiterhin ist beispielsweise aus der US 33 75 774 A bekannt, einen PTC-Heizkörper in Serie mit einem herkömmlichen elektrischen Widerstand zu schalten, wobei diese Heizeinheit in Kontakt mit einem aufzuheizenden Körper, beispielsweise einem mit Kaffee gefüllten Behälter steht. Der PTC-Heizkörper schaltet den durch den herkömmlichen elektrischen Widerstand fließenden Strom bei Erreichen der Schalttemperatur ab bzw. reduziert ihn auf sehr kleine Werte und steuert somit die Temperatur des zu erwärmenden Gegenstandes. Nachteilig hieran ist, daß herkömmliche Widerstände im Gegensatz zu PTC-Heizkörpern keine Spannungsunterschiede der Versorgungsspannung selbsttätig ausgleichen. Für jede Netzspannung, die von Land zu Land zwischen 100 und 240 V variiert, muß eine andere Dimensionierung der Heizeinheit vorgenommen werden. Darauf hinaus ist aus Sicherheitsgründen eine äußerst temperaturbeständige Isolation der Heizeinheit sowie eine zusätzlich Temperatsicherung, die bei ÜberTemperatur die Heizeinrichtung abschaltet, vorzusehen. Aus diesen Gründen ist die Kombination eines herkömmlichen Heizwiderstandes mit einem PTC-Heizkörper mit Nachteilen behaftet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine universell einsetzbare, kostengünstige Heizeinheit zu schaffen, mit der äußerst kurze Aufheizzeiten des zu erwärmenden Gegenstandes zu erzielen sind.

Diese Aufgabe wird — ausgehend von der bekannten elektrischen Heizeinheit — dadurch gelöst, daß der erste PTC-Heizkörper mit einer höheren Schalttemperatur einen minimalen Widerstand aufweist, der ein Mehrfaches des minimalen Widerstandes des zweiten PCT-Heizkörpers mit einer niedrigeren Schalttemperatur beträgt. Durch diese Maßnahme wird gewährleistet, daß

der erste PTC-Heizkörper während der Aufheizphase im wesentlichen die gesamte zur Aufheizung des Gegenstandes erforderliche Leistung erzeugt. Bei einem Widerstandsverhältnis von beispielsweise 5 : 1 der minimalen Widerstände bzw. Kaltwiderstände entwickelt der erste PTC-Heizkörper während des Einschaltvorgangs etwa die 5fache Leistung des zweiten PTC-Heizkörpers und erreicht somit schneller seine Schalttemperatur. Dadurch erhöht sich die Temperatur des ersten PTC-Heizkörpers und entsprechend seiner Arbeitskennlinie auch sein Widerstand. Der Einsatz eines ersten PTC-Heizkörpers mit möglichst hoher Schalttemperatur ist daher sinnvoll. Während des Aufheizvorganges kann sich das Widerstandsverhältnis zum ersten PTC-Heizkörper von beispielsweise 5 : 1 auf 100 : 1 verschieben. Aufgrund dieses Widerstandsverhältnisses tritt der erste PTC-Heizkörper die 100fache Leistung bezogen auf den zweiten PTC-Heizkörper zur Erwärmung des Gegenstandes bei. Um eine möglichst hohe Leistungsabgabe zu erreichen, besitzt der erste PTC-Heizkörper eine möglichst hohe Schalttemperatur. Der zweite PTC-Heizkörper muß in vorteilhafter Weise eine niedrigere Schalttemperatur als der erste PTC-Heizkörper aufweisen, damit der zweite PTC-Heizkörper durch den ersten PTC-Heizkörper auf die Schalttemperatur erwärmt werden kann. Darüber hinaus soll der zweite PTC-Heizkörper einen möglichst niedrigen, minimalen Widerstand bzw. Kaltwiderstand aufweisen, so daß an ihm eine relativ geringe Leistung erzeugt wird. Erst dann, wenn der zweite PTC-Heizkörper über die thermische Kopplung mit dem ersten PTC-Heizkörper sein Schalttemperatur-Niveau erreicht hat und damit seinen Widerstand um Größenordnungen erhöht hat, wird der erste PTC-Heizkörper im wesentlichen abgeschaltet oder auf einem erheblich geringeren Leistungsniveau betrieben. In dieser Phase übernimmt der zweite PTC-Heizkörper im wesentlichen die zur Aufrechterhaltung des erreichten Temperaturniveaus erforderliche Leistung. Der Zeitpunkt, zu dem der zweite PTC-Heizkörper seine Schalttemperatur erreicht hat, hängt von der Art der thermischen Kopplung mit dem ersten PTC-Heizkörper ab. Die Art und Stärke der thermischen Kopplung zwischen beiden PTC-Heizkörpern ist für den jeweiligen Anwendungsfall individuell zu ermitteln. Esamt wird durch diese Anordnung eine vielseitig einsetzbare, kostengünstige Heizeinheit mit einer äußerst geringen Aufheizzeit angegeben.

Dadurch, daß der zweite PTC-Heizkörper aus einer Parallelschaltung zweier PTC-Elemente mit im wesentlichen gleichartiger Kennlinie besteht, die einander gegenüberliegend den ersten PTC-Heizkörper zwischen sich einschließen, ergibt sich zum einen der Vorteil einer recht homogenen Temperaturverteilung über den zu erwärmenden Gegenstand und zum anderen eine äußerst sichere Überwachung der Temperatur des ersten PTC-Heizkörpers während der Aufheizphase. Auch bei etwaigem Ausfall eines der beiden PTC-Elemente des zweiten PTC-Heizkörpers behält die Heizeinheit ihre Funktionsfähigkeit und Funktionssicherheit. Eine besonders günstige Auswahl der PTC-Heizkörper ist dadurch gegeben, daß der erste PTC-Heizkörper eine Schalttemperatur im Bereich von etwa 300°C bis hin zu heute technisch realisierbaren Werten von 340°C und höher und einen minimalen Widerstand bzw. Kaltwiderstand im Bereich zwischen 0,5 kOhm bis 6 kOhm aufweist. Der zweite PTC-Heizkörper weist vorteilhaft eine Schalttemperatur im Bereich von 150°C bis 200°C (jeweils abhängig von der Maximaltemperatur des zu

erwärmenden Gegenstandes) bei einem minimalen Widerstand oder Kaltwiderstand im Bereich von 1 – 100 Ohm, bevorzugt 10 Ohm, auf. Durch eine geeignete räumliche Anordnung bzw. thermische Kopplung des ersten und des zweiten PTC-Heizkörpers wird in äußerst vorteilhafter Weise gewährleistet, daß der erste PTC-Heizkörper während der Aufheizphase den Hauptanteil der erforderlichen (hohen) Leistung und der zweite PTC-Heizkörper während der daran anschließenden Phase den Hauptanteil der erforderlichen (niedrigen) Heizleistung zur Erwärmung bzw. Aufrechterhaltung der Temperatur des Gegenstandes beiträgt. Dadurch, daß der zweite PTC-Heizkörper über ein separates Element thermisch mit dem ersten PTC-Heizkörper gekoppelt ist, kann die Stärke der thermischen Kopplung durch eine entsprechende Formung des Elementes bzw. eine entsprechende Materialauswahl für das Element ohne weiteres variiert werden. Durch eine Abstimmung der Widerstands-Temperatur-Kennlinien der beiden PTC-Heizkörper derart, daß die Schalttemperatur des zweiten PTC-Heizkörpers mit der zum minimalen Widerstand des ersten PTC-Heizkörpers gehörenden Temperatur in etwa übereinstimmt, wird in äußerst vorteilhafter Weise erreicht, daß der erste PTC-Heizkörper nach der Beendigung der Aufheizphase nur noch in recht geringem Umfang zur Erwärmung des Gegenstandes beiträgt. Darüber hinaus verläuft die Kennlinie des ersten PTC-Heizkörpers im Bereich der Schalttemperatur des zweiten PTC-Heizkörpers relativ konstant, so daß das Temperaturverhalten der gesamten Heizeinheit nach Beendigung der Aufheizphase im wesentlichen bzw. praktisch ausschließlich durch die Kennlinie des zweiten PTC-Heizkörpers bestimmt wird. Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Heizeinheit für einen Lockenstab besteht darin, daß der erste und der zweite PTC-Heizkörper einerseits über ein Element miteinander elektrisch leitend und andererseits über separate Elemente mit der Spannungsversorgung verbunden sind. Je nach Art der elektrischen Isolierung — entweder außen um die Kontaktierung, wobei Wärmeleitbleche als Kontakte dienen oder innen direkt um die PTC-Heizkörper an sich, so daß die Wärmeleitbleche keine elektrische Funktion erfüllen — werden vorteilhafte Anordnungen der Elemente, insbesondere der Kontakte bzw. Wärmeleitbleche angegeben. Durch den Einsatz von mehreren ersten und/oder zweiten PTC-Heizkörpern, die gegebenenfalls über Schaltmittel einzeln oder gruppenweise mit der Spannungsversorgung beaufschlagbar sind, besteht zum einen die Möglichkeit, höhere Leistungen oder bessere Temperaturverteilungen bzw. zum anderen verschiedene Temperaturstufen für den zu erwärmenden Gegenstand zur Verfügung zu stellen. Dadurch, daß der zweite PTC-Heizkörper separat mit einer Niederspannungsversorgung verbindbar ist, wird die Möglichkeit geschaffen, die Heizeinheit auch mittels Gleichspannungen im Bereich von 10 – 24 V, beispielsweise mittels Autobatterien, zu betreiben.

Weitere Vorteile der Erfahrung ergeben sich anhand der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele und den Figuren.

Es zeigen:

**Fig. 1a, b** Grundschaltungen der Heizeinheit, insbesondere mit einer Anzeigeeinrichtung.

**Fig. 2** die Widerstands-Temperatur-Kennlinien der beiden PTC-Heizkörper 10, 20,

**Fig. 3** die bei der Anordnung nach Fig. 1a auftretenden Wärmeströme,

**Fig. 4** die Temperatur-Zeit-Kennlinien der PTC-

Heizkörper 10, 20 und des Gegenstandes 30,

Fig. 5 den zeitlichen Verlauf der Arbeitspunkte 40 der PTC-Heizkörper 10, 20 im Widerstands-Temperatur-Diagramm anhand der Kennlinien der Fig. 4,

Fig. 6 eine Erweiterung der Anordnung der Fig. 1a,

Fig. 7a – d verschiedene Schaltungsvarianten zur Erweiterung der Grundschaltung der Fig. 1 auf mehrere Temperaturstufen,

Fig. 8 eine Erweiterung der Schaltungsanordnung der Grundschaltung gem. Fig. 1a auf Niederspannung.

Fig. 9a – d ein erstes Ausführungsbeispiel einer Heizeinheit für einen Lockenstab in verschiedenen Schnitten,

Fig. 10a – d ein zweites Ausführungsbeispiel der Heizeinheit in dem Rohr eines Lockenstabes in verschiedenen Schnitten und

Fig. 11 einen Vergleich der Temperatur-Zeit-Diagramme eines Lockenstabes mit herkömmlicher Heizung und der Heizung nach Fig. 10.

In Fig. 1 ist die Grundschaltung eines ersten PTC-Heizkörpers 10 und eines zweiten PTC-Heizkörpers 20, die in Serie geschaltet und mit einer Spannungsversorgung 12 verbunden sind, dargestellt. Unter Spannungsversorgung wird im weiteren die in Haushalten übliche Netzspannung verstanden, die je nach Land zwischen ca. 100 V und 240 V liegen kann. Insbesondere erlaubt diese Anordnung auch eine Anzeige des jeweiligen Betriebszustandes der Heizeinheit. Hierzu ist parallel zum ersten PTC-Heizkörper 10 eine Glimmlampe 91 mit Vorwiderstand 92 und parallel zum zweiten PTC-Heizkörper 20 eine Glimmlampe 93 mit Vorwiderstand 94 geschaltet. Durch den hohen Innenwiderstand der Glimmlampe 91, 93 wird die Heizungscharakteristik nicht beeinflußt. Während der Aufheizphase leuchtet Glimmlampe 91, nach Beendigung der Aufheizphase Glimmlampe 93. Natürlich ist Glimmlampe 93 auch allein einsetzbar. Gemäß Fig. 1b ist der zweite PTC-Heizkörper 20 durch eine Parallelschaltung zweier PTC-Elemente 22, 24 realisiert. Dabei weisen die PTC-Elemente 22, 24 eine im wesentlichen gleiche Widerstands-Temperatur-Kennlinie auf. Vorteilhaft ist der PTC-Heizkörper 10 räumlich zwischen den PTC-Elementen 22, 24 angeordnet, wodurch zum einen eine erhöhte Funktionssicherheit der Heizeinheit bewirkt und zum anderen eine homogener Temperaturverteilung auf dem zu erwärmenden Gegenstand erzielt wird. Die Widerstands-Temperatur-Kennlinien der beiden Heizkörper sind in Fig. 2 dargestellt, wobei in üblicher Weise der Widerstand logarithmisch aufgetragen ist. Bevorzugt weist der PTC-Heizkörper 10 eine Kennlinie mit einem recht hohen minimalen Widerstand (RMIN 10) im Bereich von etwa 0,5 kOhm bis 6 kOhm bei einer ebenfalls hohen Schalttemperatur (TS 10) im Bereich von 250°C bis 400°C auf. Im Gegensatz hierzu wird die Kennlinie des PTC-Heizkörpers 20 durch einen minimalen Widerstand (RMIN 20) im Bereich von ca. 5 Ohm bis 100 Ohm bei einer Schalttemperatur (TS 20) von etwa 150°C bis 200°C charakterisiert. Die Schalttemperatur (TS 20) des PTC-Heizkörpers 20 hängt davon ab, auf welche Solltemperatur der zu erwärmende Gegenstand gebracht werden soll. Beispielsweise bei Lockenstäben wird üblicherweise eine Solltemperatur im Bereich von ca. 140°C angestrebt, hier eignet sich ein PTC-Heizkörper 20 mit einer Schalttemperatur von ca. 160°C. Idealerweise sollte der minimale Widerstand (RMIN 20) des PTC-Heizkörpers 20 so niedrige Werte wie möglich, der minimale Widerstand (RMIN 10) des PTC-Heizkörpers 10 sowie auch dessen Schalttemperatur (TS 10) so hohe Werte

wie möglich annehmen. Diese Anforderungen werden jedoch derzeit durch die auf dem Markt handelsüblich erhältlichen PTC-Heizelemente auf die vorgenannten Werte beschränkt.

Die Funktionsweise der Schaltungsanordnung nach Fig. 1 mit den Kennlinien der PTC-Heizkörper 10, 20 nach Fig. 2 ist wie folgt. Nach dem Einschalten der Heizeinheit fällt aufgrund des höheren minimalen Widerstandes bzw. Kaltwiderstandes des PTC-Heizkörpers 10 an diesem der Großteil der Versorgungsspannung ab, so daß dieser zunächst auch den Großteil der zur Erwärmung des Körpers erforderlichen Leistung erzeugt. Um eine Selbstbegrenzung des PTC-Heizkörpers 10 während dieser Aufheizphase durch Überschreiten der Schalttemperatur (TS 10) weitestgehend zu vermeiden, sollte die Schalttemperatur (TS 10) bei möglichst hohen Werten liegen. Aufgrund des recht niedrigen minimalen Widerstandes RMIN 10 bzw. Kaltwiderstandes des PTC-Heizkörpers 20 erfährt dieser nur eine geringe Eigenerwärmung und begrenzt den durch beide PTC-Heizkörper 10, 20 fließenden Strom zunächst nicht. Erst dann, wenn der PTC-Heizkörper 20 durch die vom PTC-Heizkörper 10 abgegebene Leistung auf seine Schalttemperatur (TS 20) erwärmt worden ist, wird der durch die Heizeinheit fließende Strom aufgrund der Widerstandserhöhung des PTC-Heizkörpers 20 begrenzt. Nun gibt der PTC-Heizkörper 20 den Hauptteil der erforderlichen Leistung b, um den zu erwärmenden Körper auf der Solltemperatur zu halten.

Während der Aufheizphase dient der PTC-Heizkörper 20 somit im wesentlichen als Temperatutfühler und Kontrollorgan für die Steuerung der Abschaltung des PTC-Heizkörpers 10, ohne selbst wesentliche Beiträge zur Erwärmung des Gegenstandes zu liefern. Erst dann, wenn der PTC-Heizkörper 20 durch die vom PTC-Heizkörper 10 abgegebene Leistung auf ein bestimmtes Temperaturniveau, nämlich auf die Schalttemperatur (TS 20), gebracht worden ist, übernimmt der PTC-Heizkörper 20 ein Großteil der erforderlichen, allerdings erheblich geringeren Heizleistung zur Aufrechterhaltung der Temperatur des zu erwärmenden Gegenstandes. Diese Zusammenhänge machen deutlich, daß neben der Auswahl von PTC-Heizkörpern 10, 20 mit entsprechenden Kennlinien auch eine besondere Anordnung der Heizkörper hinsichtlich der thermischen Kopplung erforderlich ist. Gemäß Fig. 3 muß man bei der Heizeinheit zwischen mehreren Wärmeströmen unterscheiden. Der Gegenstand 30 wird während der Aufheizphase von dem Wärmestrom 32 durch den PTC-Heizkörper 10 erwärmt. Der Wärmestrom 36 dient zur Erhöhung der Temperatur des PTC-Heizkörpers 20 während der Aufheizphase und gewährleistet, daß der PTC-Heizkörper 20 während der Aufheizphase als Kontroll- bzw. Überwachungsorgan des PTC-Heizkörpers 10 wirken kann. Nach Beendigung der Aufheizphase wird der zu erwärmende Gegenstand 30 durch den Wärmestrom 34, ausgehend vom PTC-Heizkörper 20, auf Solltemperatur gehalten. In dieser Phase ist der Wärmestrom 32 erheblich kleiner als der Wärmestrom 34. Der Wärmestrom 36 kann über ein separates Element, beispielsweise einen Kontakt oder ein Wärmeleitblech, dem jeweiligen Anwendungszweck angepaßt werden. Für die jeweilige Dimensionierung der thermischen Anbindung des PTC-Heizkörpers 20 an den PTC-Heizkörper 10 lassen sich keine allgemein gültigen Regeln angeben. Letztendlich bestimmt die Stärke der thermischen Kopplung zwischen den beiden PTC-Heizkörpern 10, 20 die Dauer der Aufheizphase des zu erwärmenden Gegenstandes.

Diese Zeitdauer ist beispielsweise abhängig von der Wärmekapazität bzw. der abgestrahlten Leistung des zu erwärmenden Gegenstandes abhängig. Für den Fachmann stellt es jedoch kein Problem dar, bei Kenntnis dieser Zusammenhänge die thermische Kopplung über das separate Element entsprechend den Vorgaben und Erfordernissen zu variieren bzw. einzustellen.

Anhand der Diagramme der Fig. 4, 5 wird das Zusammenwirken der PTC-Heizkörper 10, 20 während eines Einschaltvorganges der Heizeinheit erläutert. Nach Einschalten der Heizeinheit zum Zeitpunkt  $t_0$  heizt sich der PTC-Heizkörper 10 sehr rasch durch Eigenheizung bis zum Zeitpunkt  $t_1$  fast auf Endtemperatur auf, während der PTC-Heizkörper 20 sich in diesem Zeitraum nur sehr wenig erwärmt. Das Zeitintervall zwischen  $t_0$  und  $t_1$  entspricht dem Einschaltvorgang und erstreckt sich nur über wenige Sekunden. Während der Aufheizphase von  $t_1$  bis  $t_2$  bleibt die Temperatur des PTC-Heizkörpers 10 nahezu konstant, so daß dieser über die große Temperaturdifferenz den Gegenstand aufheizt. Der PTC-Heizkörper 20 erwärmt sich aufgrund der thermischen Kopplung mit dem PTC-Heizkörper 10.

Während der Zeitdauer  $t_2$  bis  $t_3$  findet die Umschaltphase statt, in der der PTC-Heizkörper 20 die Schalttemperatur  $T_S$  20 erreicht, so daß sein Widerstand stark, beispielsweise um einige Zehnerpotenzen ansteigt und somit ein Großteil der Versorgungsspannung an ihm abfällt. Hierdurch entwickelt der PTC-Heizkörper 10 erheblich weniger Leistung und kühlte sich ab, wodurch sein Widerstand absinkt. Praktische Versuche haben gezeigt, daß beim Einsatz einer derartigen Heizeinrichtung zwischen dem Einschalten  $t_0$  und dem Umschalten  $t_2$  bzw.  $t_3$  etwa eine Zeitspanne zwischen ca. 20 sec. bis etwa einer Minute je nach Anwendungsfall vergeht. In der Regelphase zwischen den Zeitpunkten  $t_3$  und  $t_4$  regelt der PTC-Heizkörper 20 die Temperatur des zu erwärmenden Gegenstandes auf einen im wesentlichen konstanten Wert, der PTC-Heizkörper 10 trägt nur noch wenig zur Erwärmung des Gegenstandes bei.

Eine Modifikation der Grundschaltung von Fig. 1a ist in Fig. 6 dargestellt. Zu den PTC-Heizkörpern 10, 20 sind weitere PTC-Heizkörper 10', 20' und 10'', 20'' parallelgeschaltet, wobei die Verbindungspunkte der ersten PTC-Heizkörper, 10, 10', 10'' und der zweiten PTC-Heizkörper, 20, 20', 20'' miteinander verbunden sind. Durch diese Maßnahme ist es möglich, höhere Leistungen oder bessere Temperaturverteilungen zu erreichen, wobei die Vorteile der Grundschaltung beibehalten werden. In Fig. 7 sind verschiedene Erweiterungen der Grundschaltung der Fig. 1 dargestellt, die die Möglichkeit der Einstellung verschiedener Temperaturstufen des zu beheizenden Gegenstandes bieten. Gemäß Fig. 7a sind in Serie zum PTC-Heizkörper 10 drei PTC-Heizkörper 20, 20', 20'' in Parallelschaltung angeordnet, wobei jeder PTC-Heizkörper 20, 20', 20'' mittels eines Mehrfachschalters mit der Spannungsversorgung 12 verbindbar ist. Durch die Wahl unterschiedlicher Schalttemperaturen für jeden der PTC-Heizkörper 20, 20', 20'' können unterschiedliche Endtemperaturen für den zu beheizenden Gegenstand mittels des Mehrfachschalters 42 eingestellt werden. Die Schaltungsanordnung gem. Fig. 7b unterscheidet sich von der Schaltungsanordnung nach Fig. 7a dadurch, daß jedem PTC-Heizkörper 20, 20' und 20'' ein Ein/Aus-Schalter 44, 44' und 44'' zugeordnet ist. Die PTC-Heizkörper 20, 20' und 20'' können gleiche oder auch unterschiedliche Widerstands-Temperatur-Kennlinien aufweisen. Durch Zuschalten der einzelnen PTC-Heizkörper 20, 20', 20'' kann der Wär-

mewiderstand und/oder die Schalttemperatur und damit auch die Endtemperatur des zu beheizenden Gegenstandes verändert werden. In Fig. 7c ist eine Schaltungsanordnung für eine Heizeinheit mit zwei bis drei Temperaturstufen beispielsweise für einen Lockenstab und in Fig. 7d eine entsprechende Anordnung der PTC-Heizkörper 10, 10', 20, 20', 20'' sowie der entsprechenden Kontakte 46, 48 angegeben. Die PTC-Heizkörper 10, 10', 20, 20', 20'' sind durch einen gemeinsamen Kontakt 46 miteinander verbunden. Über weitere Kontakte 48 sind die PTC-Heizkörper 10, 10' an einen Pol der Spannungsversorgung 12 angeschlossen. Die PTC-Heizkörper 20', 20'' sind über einen Schalter 44' mit dem anderen Pol der Spannungsversorgung 12 verbindbar. Ebenso ist der PTC-Heizkörper 20 über einen weiteren Schalter 44 an diesem Pol der Spannungsversorgung 12 anschließbar. Durch die Wahl entsprechender Kennlinien der PTC-Heizkörper 20, 20' und 20'' kann je nach Schalterstellung der Schalter 44, 44' eine andere Endtemperatur für den zu erwärmenden Gegenstand eingestellt werden. Alle Schaltungen der Fig. 7 weisen den Vorteil der Grundschaltung (Fig. 1), nämlich eine äußerst kurze Aufheizezeitdauer, auf.

Die Serienschaltung der Fig. 8 der PTC-Heizkörper 10, 20 kann einerseits an eine Spannungsversorgung 12, nämlich die Netzspannung mit den bereits erwähnten Vorteilen der kurzen Aufheizzeit angeschlossen werden. Andererseits besteht die Möglichkeit, die Heizeinrichtung ausschließlich über den PTC-Heizkörper 20 mittels einer Niederspannungsversorgung 14, beispielsweise eine Gleichspannung der Autobatterie, zu betreiben.

Die Ausführungsformen einer Heizeinheit gem. Fig. 9 und 10 betreffen ein Haarpflegegerät zum Wellen, Kräuseln oder Trocknen der Haare, wie es bereits in den deutschen Offenlegungsschriften DE 36 16 459 A1 bzw. DE 36 20 910 A1 vom Grundsatz beschrieben ist. Der Offenbarungsgehalt dieser beiden Druckschriften wird durch ausdrücklichen Verweis in die vorliegende Anmeldung aufgenommen. Fig. 9 zeigt eine elektrische Heizeinheit mit einem ersten PTC-Heizkörper 10 und zwei hierzu benachbart angeordneten PTC-Elementen 22, 24, die den zweiten PTC-Heizkörper 20 bilden. Die Heizkörper sind klemmend zwischen zwei Wärmeleitblechen 54, 56 angeordnet, wobei diese Wärmeleitbleche 54, 56 gleichzeitig zur Verbindung der Heizelemente mit der Spannungsversorgung dienen können. Über eine Kontaktfeder 60 wird das Wärmeleitblech 56, das in der Regel aus Aluminium besteht, mit einem Pol der Spannungsversorgung 12 verbunden. Das elektrisch leitfähige Wärmeleitblech 56 steht in unmittelbarem Kontakt mit den PTC-Elementen 22, 24, während der PTC-Heizkörper 10 durch eine nichtleitende Schicht 52 elektrisch von diesem getrennt ist. Das zweite Wärmeleitblech 54 steht hingegen mit beiden PTC-Heizkörpern in elektrischer Verbindung. Zwischen der Isolationsschicht 52 und dem PTC-Heizkörper ist ein weiteres Kontaktblech 50 angeordnet, dessen seitlicher Fortsatz aus der gesamten Anordnung herausgeführt ist und den zweiten Anschluß für die Spannungsversorgung darstellt. Die Isolation 52, die bevorzugt aus einer doppelagigen Folie besteht, erstreckt sich über die gesamte axiale Länge der Wärmeleitbleche 54, 56 und weist Durchbrechungen auf, die zur Fixierung der PTC-Heizkörper bzw. Elemente während des Zusammenbaus der Heizeinheit dienen. Die Wärmeleitbleche 54, 56 sind von zwei Isolationsschichten 58 und 59 umgeben. Sofern das Rohr des zu beheizenden Lockenstabes oder sonstigen

Gegenstandes aus nicht leitendem Material besteht, kann die zweite Isolationsschicht 59 durchaus vom Rohr 70 gebildet werden. Der Stromfluß durch die PTC-Heizkörper erfolgt in folgender Weise. Über die Kontaktfeder 60 fließt der Strom von der Spannungsversorgung 12 zu dem Wärmeleitblech 56, durchsetzt die parallel geschalteten PTC-Elemente 22, 24 und gelangt über das Wärmeleitblech 54, den PTC-Heizkörper 10 und Kontaktblech 50 wieder zur Spannungsversorgung 12. Der Vorteil dieser Heizeinheit mit außen angebrachten Isolationsschichten, wobei die Wärmeleitbleche auch Kontaktfunktionen erfüllen, liegt zum einen in der sehr guten Wärmeleitung und zum anderen in den niedrigen Kosten für zusätzliche elektrische Kontakte.

In Fig. 10 ist eine weitere Anordnung der Heizeinheit dargestellt, bei der die Heizkörper selbst unmittelbar von elektrischen Isolationsschichten umgeben sind. Diese Anordnung weist den Vorteil einer geringen Wärmekapazität auf, wobei aufgrund des geringeren Verbrauches von Isolationsmaterial auch die Kosten für die elektrische Isolierung gesenkt werden. Die elektrische Heizeinheit ist wiederum zwischen zwei Wärmeleitblechen 54 und 56 in einem Rohr, das beispielsweise den Haarbehandlungsabschnitt eines Lockenstabes darstellt, angeordnet. Durch einen Kontakt 66, der beispielsweise als ein profiliertes Aluminiumsteg ausgebildet sein kann, sind der PTC-Heizkörper 10 und die PTC-Elemente 22, 24 einseitig elektrisch leitend miteinander verbunden. Durch eine geeignete Dimensionierung dieses elektrischen Verbindungselementes kann die thermische Kopplung zwischen dem PTC-Heizkörper und den parallel geschalteten PTC-Elementen 22, 24 in geeigneter Weise beeinflußt und damit die Stärke des Wärmestroms 36 (Fig. 3) eingestellt werden. Der Grad dieser thermischen Kopplung zwischen den PTC-Heizkörpern 10 und 20 bzw. 10 und den PTC-Elementen 22, 24 bestimmt die Zeitdauer der Aufheizphase der Heizeinheit bzw. den Zeitpunkt, zu dem der PTC-Heizkörper 10 durch den PTC-Heizkörper 20 bzw. die PTC-Elemente 22, 24 im wesentlichen abgeschaltet wird. Fixiert sind die PTC-Elemente 22, 24 und der PTC-Heizkörper 10 in einem Positionierungsrahmen 62, der aus elektrisch isolierendem Material besteht. Auf der dem Kontakt 66 abgewandten Seite sind die PTC-Elemente 22, 24 mittels eines Kontaktes 68 verbunden, der im Bereich der PTC-Elemente 22, 24 großflächig, im Bereich des PTC-Heizkörpers 10 und im Austrittsbereich aus dem Rohr 70 als schmaler Steg ausgebildet ist. Wie insbesondere aus Fig. 10c ersichtlich ist, ist der Steg des Kontaktes 68 im Bereich des PTC-Heizkörpers 10 rechtwinklig abgewinkelt und elektrisch isoliert an diesem vorbeigeführt. Zur Kontaktierung des PTC-Heizkörpers 10 dient ein weiteres Kontaktblech 64, welches in dem Kontaktierungsbereich großflächig ausgebildet ist, im Bereich des oder der PTC-Elemente 22, 24 wiederum als rechtwinklig abgewinkelte Steg an diesem elektrisch isolierend vorbeigeführt und aus dem Rohr 70 herausgeführt ist. In der Fig. 10 ist die Herausführung des Kontaktes 64 allerdings nicht dargestellt. Die Kontakte 64, 68 sind als dünne Kupferbleche bzw. Kupferstanzteile bzw. Formteile ausgebildet. Die gesamte Anordnung der PTC-Heizkörper, des Positionierungsrahmens 62 und der Kontakte 64, 66 und 68 ist von einer ersten Isolationsschicht 58 und einer zweiten Isolationsschicht 59 umgeben. Insbesondere kann die erste Isolationsschicht 58 als zweilagige Kaptonfolie und die zweite Isolationsschicht 59 als Silikonschlauch ausgebildet sein. Ein Pol der Spannungsversorgung 12 wird über den Kontakt 68 mit den

beiden PTC-Elementen 22, 24 verbunden. Der Strom durch diese PTC-Elemente 22, 24 fließt über den Kontakt 66 zum PTC-Heizkörper 10 und wird über den Kontakt 64 und dessen nicht dargestellte Herausführung aus dem Rohr 70 zurück zum anderen Pol der Spannungsversorgung 12 geführt. Für Modifikationen der Heizeinheit gemäß den Fig. 6, 7 und 8 sind entsprechende Kontaktierungsanordnungen vorzusehen, die den Fachmann bei Kenntnis der Kontaktierungsanordnungen gemäß Fig. 9 und 10 vor keine größeren Probleme stellen. Hinsichtlich der räumlichen Positionierung der PTC-Elemente im Heizrohr ist eine Nebeneinander- oder Hintereinanderanordnung möglich. Dies hängt von der jeweiligen Ausgestaltung des zu beheizenden Gegenstandes ab.

In Fig. 11 sind zwei experimentell aufgenommene Aufheizkurven dargestellt, die mittels eines auf dem Markt befindlichen Lockenstabes TC 22 der Braun AG (Art. Nr. 4563) unter Einsatz einer herkömmlichen Heizeinheit (strichlierte Kurve) und einer Heizeinheit gemäß dem Ausführungsbeispiel der Fig. 10 (durchgezogene Kurve) aufgenommen wurden. In dem Diagramm ist die Temperatur des Heizrohres 70 des Lockenstabes TC 22 über der Zeit aufgetragen. Während der herkömmliche Lockenstab eine Temperatur von 120°C bei einer Endtemperatur von etwa 140°C nach etwa 4,2 min erreicht, ist die Aufheizphase dieses mit der Heizung nach Fig. 10 ausgestalteten Lockenstabes bereits nach einer Minute beendet.

Dieser Vergleich macht deutlich, daß die Heizeinheit nach der Erfindung enorme Vorteile für den Benutzer aufweist. Der Einsatz einer derartigen Heizeinheit ist jedoch nicht auf das Anwendungsbereich der elektrischen Haarpflegegeräte, wie Lockenstäbe, Haartrockner u.ä. beschränkt, sondern findet auch auf anderen Gebieten, beispielsweise der Kaffeezubereitung mit elektrischen Kaffeemaschinen, bei Bügeleisen und in solchen Bereichen Anwendung, in denen eine kurze Aufheizzeit zur Erreichung der Endtemperatur des zu beheizenden Gegenstandes eine Rolle spielt.

#### Patentansprüche

1. Elektrische Heizeinheit zur Erwärmung eines Gegenstandes (30), bestehend aus einem ersten und einem zweiten PTC-Heizkörper (10, 20), die über Kontaktmittel mit einer Spannungsversorgung (12) verbindbar und in Serie geschaltet sind, wobei die PTC-Heizkörper (10, 20) unterschiedliche Schalttemperaturen aufweisen, dadurch gekennzeichnet, daß der erste PTC-Heizkörper (10) mit einer höheren Schalttemperatur einen minimalen Widerstand aufweist, der ein Mehrfaches des minimalen Widerstandes des zweiten PTC-Heizkörpers (20) mit einer niedrigeren Schalttemperatur beträgt.
2. Heizeinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite PTC-Heizkörper (20) aus einer Parallelschaltung zweier PTC-Elemente (22, 24) mit im wesentlichen gleichartiger Kennlinie besteht, die einander gegenüberliegend den ersten PTC-Heizkörper (10) zwischen sich einschließen.
3. Heizeinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der erste PTC-Heizkörper (10) eine Schalttemperatur im Bereich von 250°C bis 400°C, bevorzugt 290°C – 360°C, insbesondere 300°C, und einen minimalen Widerstand im Bereich von 0,5 kOhm bis 6 kOhm sowie der zweite PTC-Heizkörper (20) eine Schalttemperatur im Bereich von

150°C bis 200°C und einem minimalen Widerstand im Bereich von 1 bis 100 Ohm aufweist.

4. Heizeinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der erste und zweite PTC-Heizkörper (10, 20) derart räumlich zueinander angeordnet sind bzw. thermisch gekoppelt sind, daß der erste PTC-Heizkörper (10) im wesentlichen die für die Aufheizphase des Gegenstandes (30) erforderliche Heizleistung abgibt und der zweite PTC-Heizkörper (20) nach Erreichen der Solltemperatur des Gegenstandes (30) unter weitgehender Abschaltung des ersten PTC-Heizkörpers (10) im wesentlichen die zur Aufrechterhaltung der Solltemperatur des Gegenstandes (30) erforderliche Heizleistung abgibt. 10

5. Heizeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem zweiten PTC-Heizkörper (20) bzw. beiden PTC-Heizkörpern (10, 20) jeweils eine Glühlampe (93; 91, 93) parallel geschaltet ist. 15

6. Heizeinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite PTC-Heizkörper (20) über ein separates Element, insbesondere ein Wärmeleitblech (54) bzw. einen Kontakt (66) thermisch mit dem ersten PTC-Heizkörper (10) gekoppelt ist. 20

7. Heizeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Widerstandstemperatur-Kennlinie des ersten und zweiten PTC-Heizkörpers (10, 20) derart aufeinander abgestimmt sind, daß die Schaltempfänger des zweiten PTC-Heizkörpers (20) mit der zum minimalen Widerstand 25 des ersten PTC-Heizkörpers (10) gehörenden Temperatur in etwa übereinstimmt.

8. Heizeinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der erste und/oder zweite PTC-Heizkörper (10, 20) aus einer Mehrzahl von PTC-Elementen (10, 10', 10'', 20, 20', 20'') bestehen, die gegebenenfalls über Schaltmittel (42, 44, 44', 44'') einzeln oder gruppenweise mit der Spannungsversorgung (12) beaufschlagbar sind. 35

9. Heizeinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite PTC-Heizkörper (20) separat mit einer Niederspannungsversorgung (14) verbindbar ist. 40

10. Lockenstab mit einem Rohr (70) zur Aufnahme einer Heizeinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 6, 45 dadurch gekennzeichnet, daß der erste und zweite PTC-Heizkörper (10, 20) einerseits über ein Element (54, 66) miteinander elektrisch leitend und andererseits über separate Elemente (64, 68; 50, 56) mit der Spannungsversorgung (12) verbindbar sind. 50

11. Lockenstab nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Elemente (64, 68) in der gleichen Ebene angeordnet sind und die Heizeinheit mit wenigstens einer Isolationsschicht (58, 59) umgeben zwischen Wärmeleitblechen (54, 56) im Rohr (70) 55 festgelegt ist.

12. Lockenstab nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Elemente (50, 56) in zueinander versetzten Ebenen angeordnet sind, die Heizeinheit zwischen den Wärmeleitblechen (54, 56) im Rohr 60 (70) festgelegt und zwischen den Wärmeleitblechen (54, 56) und dem Rohr (70) wenigstens eine Isolationsschicht (58) vorgesehen ist. 65

— Leerseite —

Fig. 1a

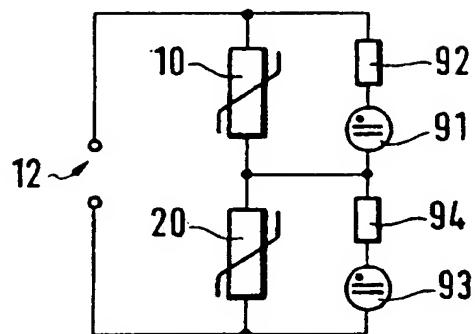


Fig. 1b

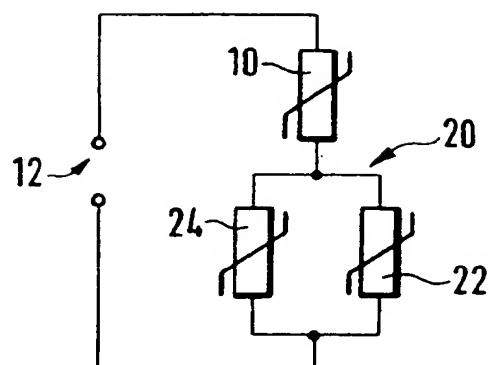


Fig. 2

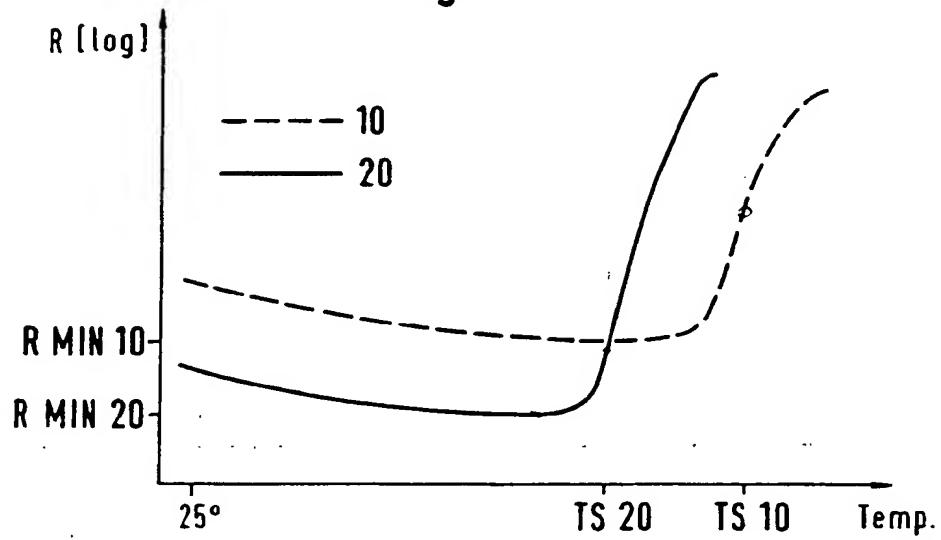


Fig. 3

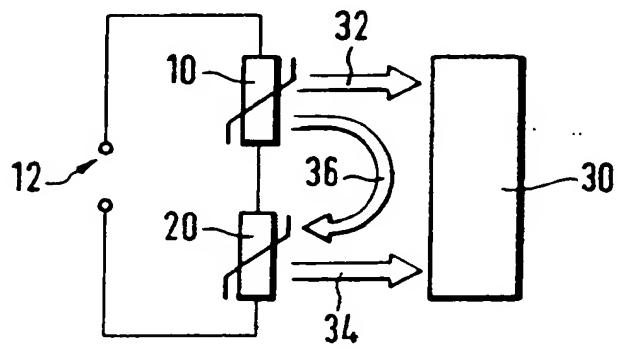


Fig. 4

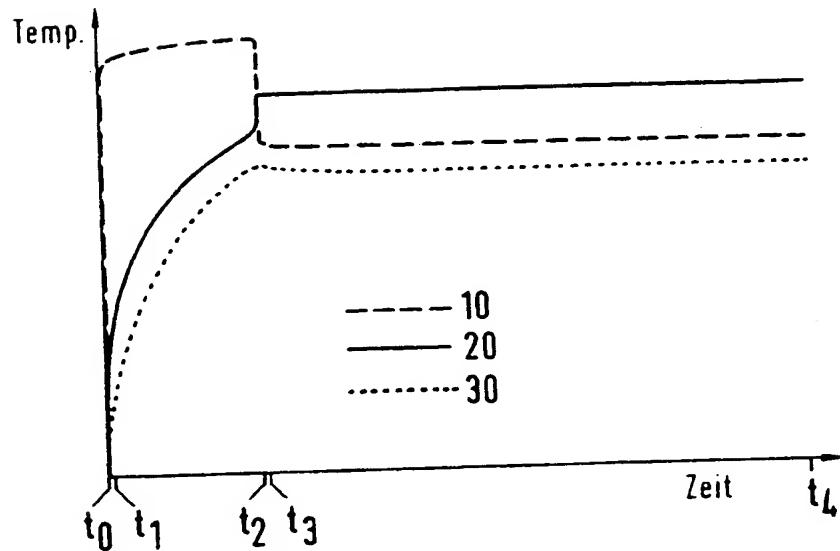


Fig. 5

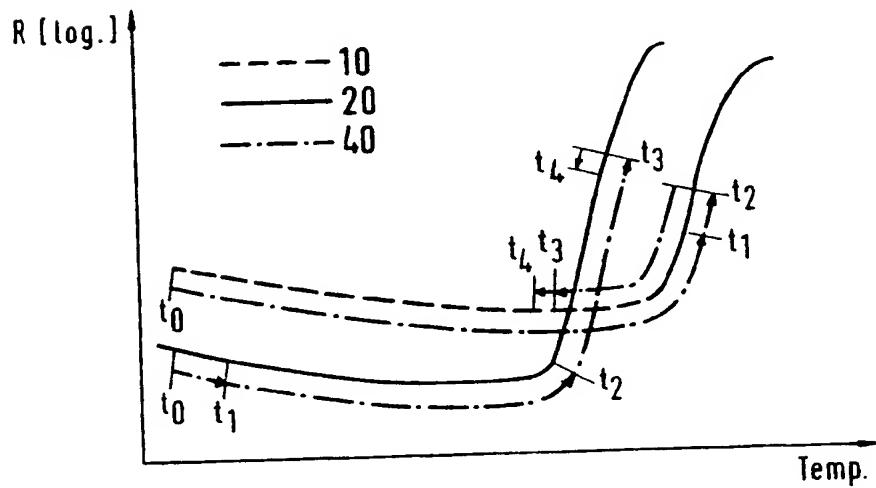


Fig. 6

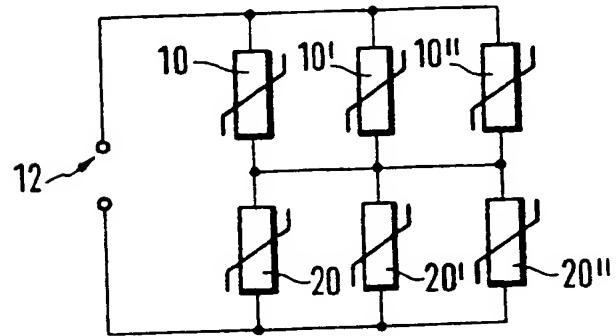


Fig. 7a

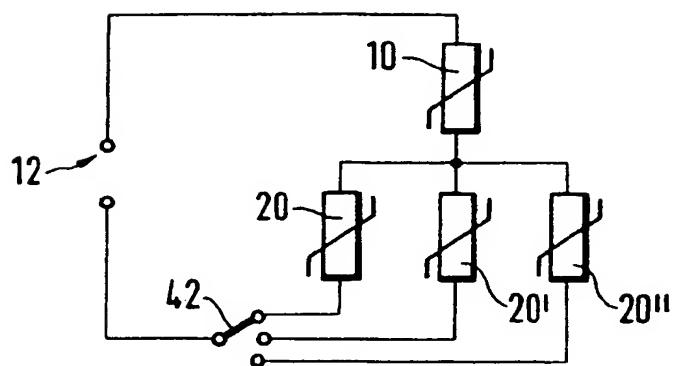


Fig. 7b

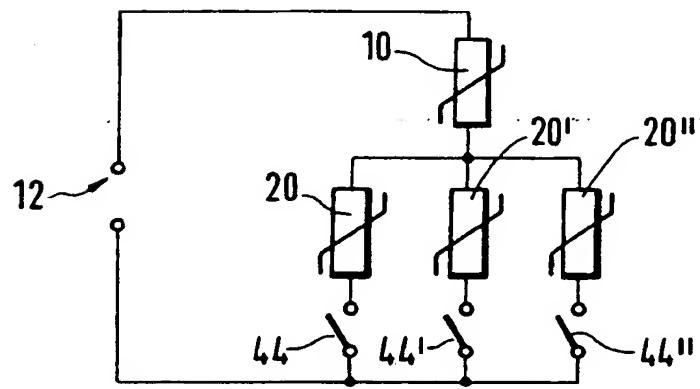


Fig. 7c

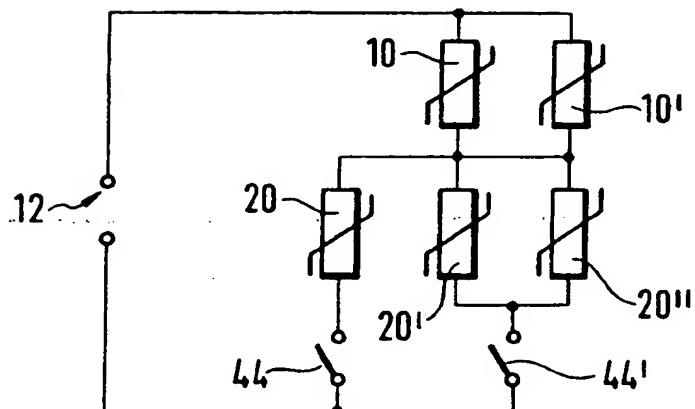


Fig. 7d

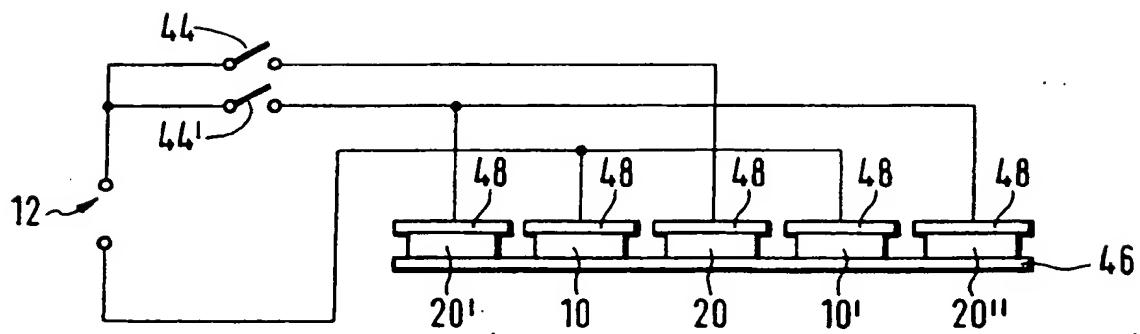


Fig. 8

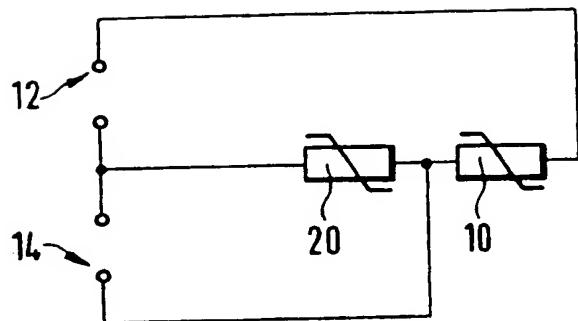


Fig. 11

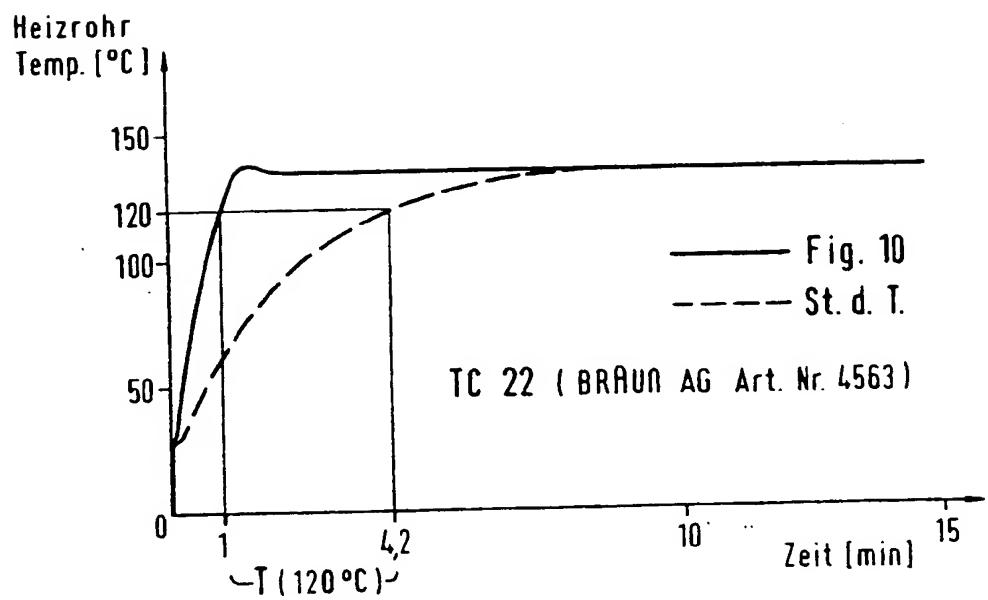
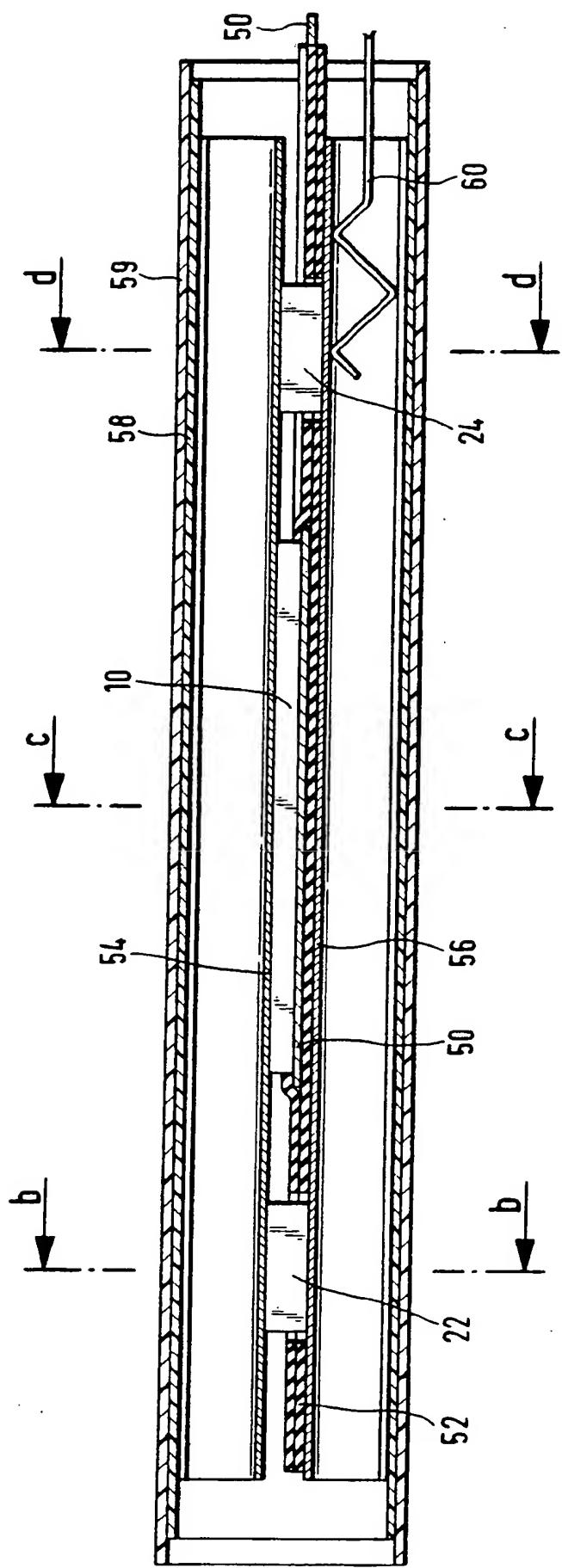


Fig. 9a



208 027/15

BEST AVAILABLE COPY

Fig. 9b

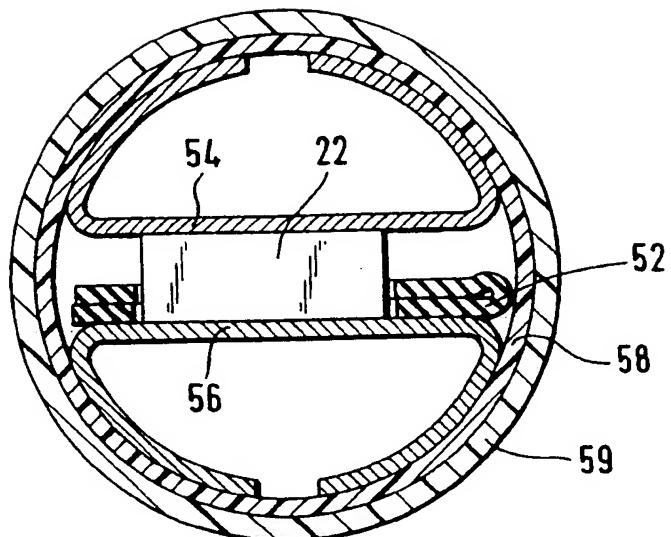


Fig. 9c

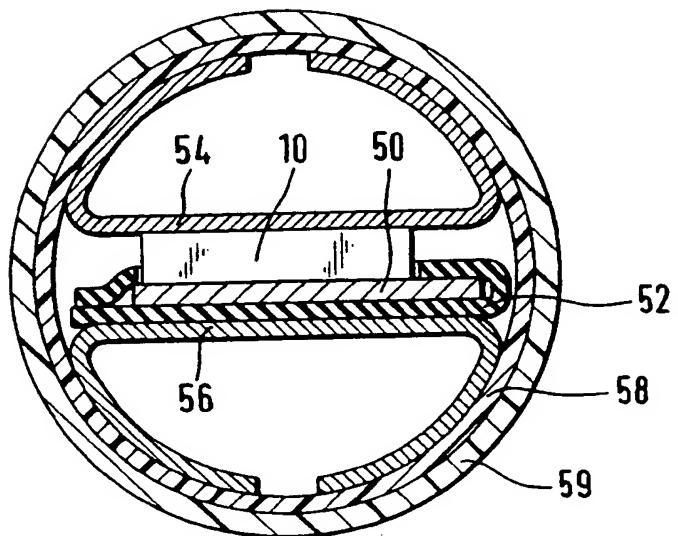
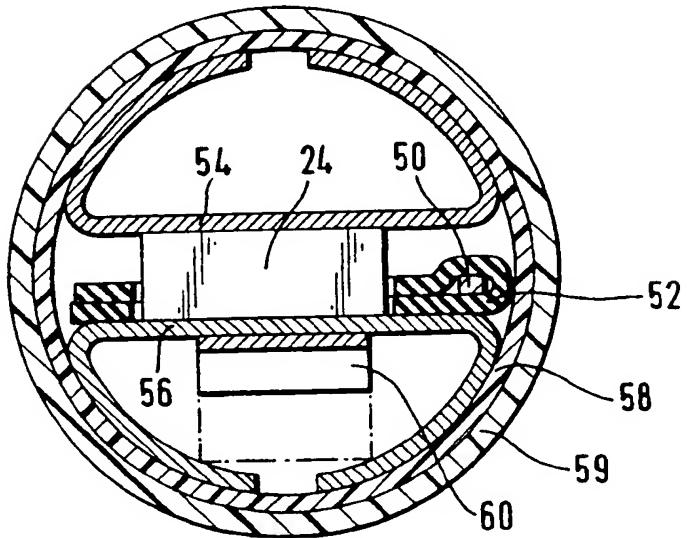


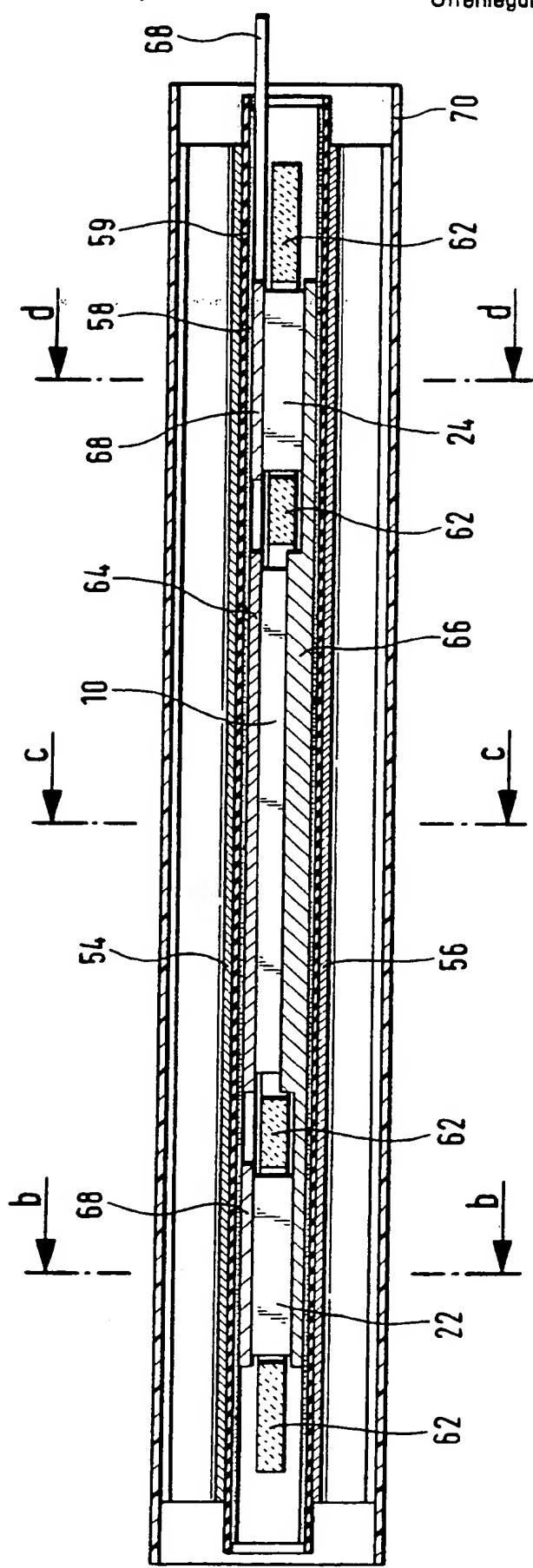
Fig. 9d



208 027/15

BEST AVAILABLE COPY

Fig. 10a



208 027/15

BEST AVAILABLE COPY

Fig. 10b

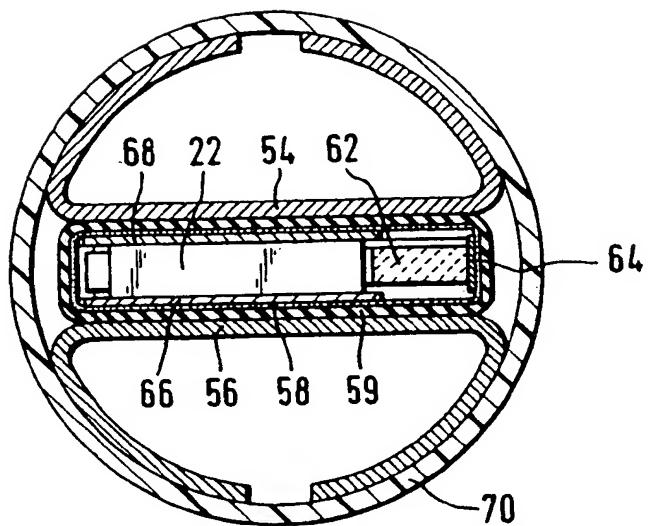


Fig. 10c

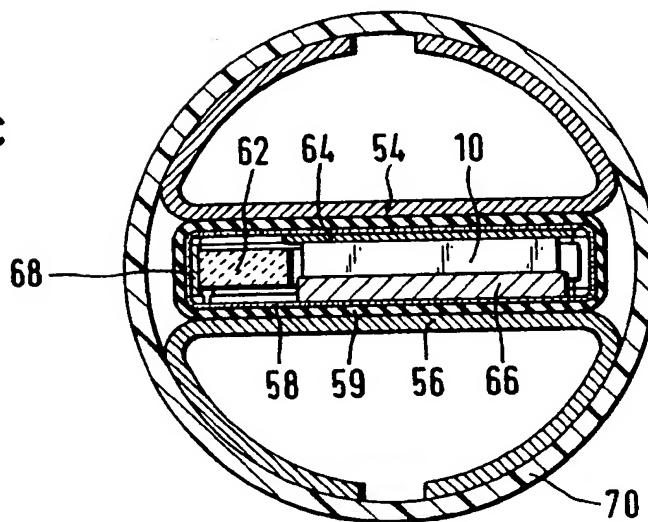
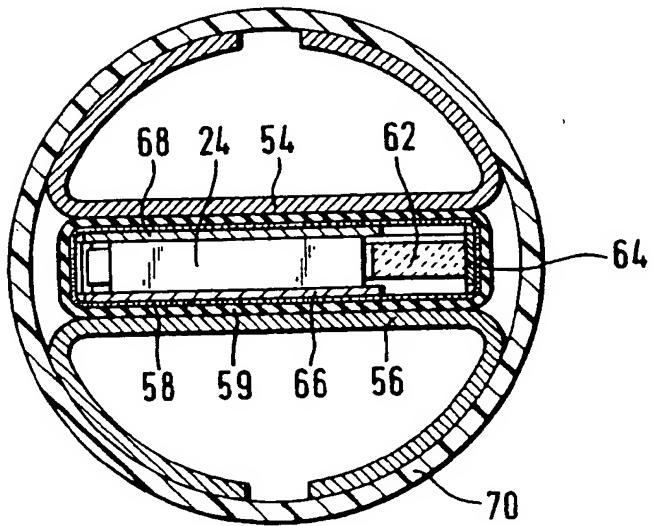


Fig. 10d



208 027/15

BEST AVAILABLE COPY